

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
15. August 2002 (15.08.2002)

PCT

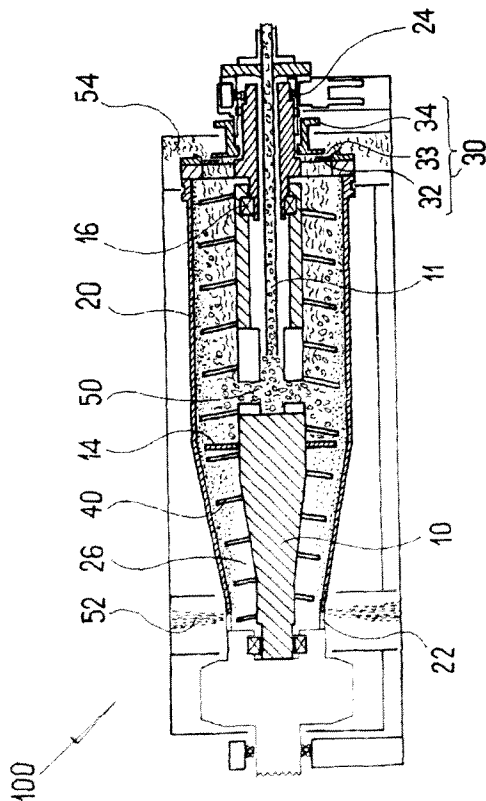
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 02/062483 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **B04B 1/20** (71) **Anmelder** (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **WESTFALIA SEPARATOR INDUSTRY GMBH** [DE/DE]; Werner-Habig-Str. 1, 59302 Oelde (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP02/01148
- (22) Internationales Anmeldedatum: 5. Februar 2002 (05.02.2002) (72) **Erfinder; und**
- (25) Einreichungssprache: Deutsch (75) **Erfinder/Anmelder** (nur für US): **FLEUTER, Markus** [DE/DE]; Schmalbrockskamp 9, 59320 Ennigerloh (DE). **BRINKMANN, Andreas** [DE/DE]; Kaiserforst 37, 33378 Rheda-Wiedenbrück (DE).
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 01102962.6 8. Februar 2001 (08.02.2001) EP (74) **Anwalt: HOFFMEISTER, Helmut**; Goldstrasse 36, 48147 Münster (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** METHOD FOR THE SEPARATION OF A MULTI-PHASE MIXTURE AND DECANTING CENTRIFUGE SYSTEM FOR CARRYING OUT SAID METHOD

(54) **Bezeichnung:** VERFAHREN ZUM TRENNEN EINES MEHRPHASENGEMISCHES UND DEKANTIERZENTRIFUGEN-SYSTEM ZUR DURCHFÜHRUNG DES VERFAHRENS



(57) **Abstract:** The invention relates to a method for the separation of a multi-phase mixture (50), into at least one liquid phase (54) and a dry phase (52) with a given dry substance concentration. A decanting centrifuge (100) with an annular immersion disc (14) and a liquor weir arranged on the end face of the centrifuge drum (20) is used. After starting the centrifuge drum (20) and setting an initial tank depth, a multi-phase mixture (50) is introduced into the rotating centrifuge drum (20). The dry phase (52) and the liquid phase (54) are drawn off. The tank depth and thus the fluid level in the centrifuge drum is regulated by the liquor weir until a given set dry substance concentration is reached. According to the invention, the tank depth is continuously compared with a tolerance range. During the process the weir is so positioned that a reaction to concentration changes in the feed is possible in both directions. Furthermore, during the process the rotation speed of the centrifuge is lowered step-wise and the weir position adjusted so that the dry phase concentration remains constant.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Trennen eines Mehrphasengemisches (50) in wenigstens eine Flüssigkeitsphase (54) und eine Trockenphase (52) mit einer vorbestimmten Trockensubstanzkonzentration. Es wird eine Dekantierzentrifuge (100) mit einer ringförmigen Tauchscheibe (14) und einem endseitig an der Zentrifugentrommel (20) angeordnetem Flüssigkeitswehr verwendet. Nach dem Anlaufen der Zentrifugentrommel (20) und Einstellen einer Startteichtiefe wird ein Mehrphasengemisch (50) in die rotierende Zentrifugentrommel (20) eingeleitet. Die Trockenphase (52) und die Flüssigkeitsphase (54) werden abgezogen. Die Teichtiefe, also der Flüssigkeitsstand in der Zentrifugentrommel, wird über das Flüssigkeitswehr bis zum Erreichen einer vorgegebenen Soll-Trockensubstanzkonzentration geregelt. Erfindungsgemäß wird

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 02/062483 A1



(81) **Bestimmungsstaaten (national):** AE, AG, AL, AM, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CN, CO, CR, CU, CZ, DM, DZ, EC, EE, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, RO, RU, SD, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

die Teichteile laufend mit einem Toleranzbereich verglichen. Das Wehr wird während des Verfahrens vorzugsweise so positioniert, dass damit in beiden Richtungen eine Reaktion auf Konzentrationsänderungen im Zulauf möglich ist. Außerdem wird die Drehzahl der Zentrifuge im Verfahren stufenweise abgesenkt und die Wehrstellung angepasst, so dass die Konzentration der Trockenphase konstant bleibt. Durch die Drehzahlseinkung wird eine Energieeinsparung bewirkt.

---

5           Verfahren zum Trennen eines Mehrphasengemisches und  
Dekantierzentrifugensystem zur Durchführung des Verfahrens

---

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Trennen eines Mehr-  
phasengemisches in wenigstens eine Flüssigkeitsphase und ei-  
10 ne Trockenphase mit einer vorbestimmten Trockensubstanzkon-  
zentration  $c_{TS}$ , mittels einer Dekantierzentrifuge, die auf-  
weist:

- eine ringförmige Tauchscheibe, die an ihrem inneren Um-  
fang mit einer Welle verbunden ist und deren Außendurch-  
15 messer kleiner ist als der Innendurchmesser einer Zentri-  
fugentrommel; und
- wenigstens ein endseitig an der Zentrifugentrommel ange-  
ordnetes Flüssigkeitswehr mit einem Wehrspalt, durch den  
die Flüssigkeitsphase aus der Zentrifugentrommel ableit-  
20 bar ist, und mit einer Teichtiefeneinstellvorrichtung,  
mit der die Teichtiefe  $x_T$  der in der Zentrifugentrommel  
rotierenden Flüssigkeitsphase einstellbar ist,

mit folgenden Schritten:

- a) Anlaufen der Zentrifugentrommel auf eine Starttrom-  
25 meldrehzahl  $n_{Z,1}$  und Einstellen der Teichtiefe  $x_T$  auf  
eine Startteichtiefe  $x_{T,1}$  ;
- b) Einleiten des Mehrphasengemisches in die rotierende  
Zentrifugentrommel;

- c) Abzug der Trockenphase durch die wenigstens eine Trockensubstanzaustragsausnehmung und Abzug der Flüssigkeitsphase durch den Wehrspalt;
- d) Regeln der Teichtiefe  $x_T$  mittels der Teichtiefeneinstellvorrichtung in Abhängigkeit von der Trockensubstanzkonzentration  $c_{TS}$  in der abgezogenen Trockenphase bis zum Erreichen einer vorgegebenen Soll-Trockensubstanzkonzentration  $c_{TS,1}$ .

Die Teichtiefe ist definiert als die Differenz zwischen Außen- und Innendurchmesser des in der Zentrifugentrommel rotierenden Flüssigkeitsrings.

Eine Dekantierzentrifuge mit wenigstens teilweiser hydraulischer Förderung, wie Sie für die Durchführung des Verfahrens vorausgesetzt wird, ist aus der DE 43 20 265 C2 bekannt.

Hierbei wird in der rotierenden Zentrifugentrommel ein Flüssigkeitsring zwischen Tauchscheibe und Flüssigkeitswehr mit bestimmter Füllstandshöhe, der sogenannten Teichtiefe, eingestellt und somit durch die Flüssigkeitsphase ein hydrostatischer Druck erzeugt, der zum Austrag der Trockenphase beiträgt. Die hydraulische Förderung kann zusätzlich oder anstelle des Austrags mit einer mit Differenzdrehzahl rotierbaren Schnecke erfolgen.

Das Wehr ist im wesentlichen zweiteilig ausgebildet ist. Eine Wehrplatte schließt den zylinderförmigen Mantel der Zentrifugentrommel ab und rotiert mit dieser. Sie ist mit wenigstens einem Durchlass zum Ablassen einer Flüssigkeit aus der Zentrifugentrommel versehen. Der Wehrplatte ist eine parallele Drosselscheibe zugeordnet, die axial verschiebbar an der ortsfesten Lagerung der rotierbaren Zentrifugentrommel angeordnet ist. Zwischen der rotierenden Wehrplatte und der

ortsfesten Drosselscheibe bildet sich ein Spalt aus, der sich in radialer Richtung erstreckt und durch den die Flüssigkeitsphase aus der Zentrifugentrommel heraus geschleudert wird. Durch axiale Verschiebung der Drosselscheibe kann die Wehrspaltweite variiert werden. Durch eine Verringerung der Weite des Wehrspaltes wird eine Druckerhöhung in der Flüssigkeitsphase bewirkt, so dass diese vermehrt die Trockenphase aus der Zentrifugentrommel herausdrückt. Die Flüssigkeitsphase dringt teilweise auch in die Trockenphase ein und verringert dessen Konzentration an Trockensubstanz. Umgekehrt bewirkt eine Erweiterung des Wehrspaltes eine Druckminderung, eine reduzierte hydraulische Förderung und schließlich eine Erhöhung der Trockensubstanzkonzentration in der Trockenphase.

Dieses Flüssigkeitswehr für eine Dekantierzentrifuge hat sich bewährt, da es bei rotierender Zentrifugentrommel nachstellbar ist und so eine Regelung der Trockensubstanzkonzentration über die Wehrspaltweite erlaubt. Mittels der Regelung der Wehrspaltweite kann auf Konzentrations- und Mengänderungen bei dem zugeführten Mehrphasengemisch im laufenden Prozess reagiert werden.

Es hat sich jedoch erwiesen, dass die Regelung der Trockensubstanzkonzentration über das verstellbare Flüssigkeitswehr einen unverändert hohen Energieeinsatz der mit hoher Drehzahl rotierenden Dekantierzentrifuge erfordert. Der hohe Energieverbrauch beruht insbesondere darauf, dass die der Trommel zugeführte Menge des Mehrphasengemisches kontinuierlich aus einer Ruhelage beschleunigt werden muss, bis sie die mittels der Zentrifugentrommel aufgeprägte hohe Winkelgeschwindigkeit erreicht.

Im Laufe des Verfahrens kann sich die Wehrstellung in eine Randlage verschieben, in der die Drosselplatte des Wehrs nicht weiter verstellbar ist. Bei starken Änderungen von Konzentration und/oder Menge des aufgegebenen Mehrphasenge-  
5 misches kann dann keine Regelung der Trockensubstanzkonzentration mehr erfolgen. Der Prozess muss abgebrochen und mit einer empirisch zu bestimmenden Trommeldrehzahl neu angefahren werden.

Bekannt ist aus der DE 195 00 600 ein pneumatisches Flüssig-  
10 keitswehr, bei dem durch Einblasen von Druckgas in den Wehrspalt der Strömungswiderstand der Flüssigkeitsphase im Wehr erhöht wird, wodurch die Teichtiefe erhöht wird. Auch mit dieser Ausbildung des Flüssigkeitswehrs ist eine Regelung der Trockensubstanzkonzentration durch eine Wehrverstellung  
15 während des Betriebes möglich.

In der EP 1 044 723 A1 werden verschiedene Verfahren vorgeschlagen, um mit Maschinenparametern wie der Trommeldrehzahl oder der Differenzdrehzahl die Eigenschaften der separierten Phasen zu beeinflussen. Hierbei steht jedoch stets die Zu-  
20 sammensetzung der Flüssigkeits- bzw. Trockenphase im Mittelpunkt der Überlegungen. Die offenbarte Regelung der Trockensubstanzkonzentration über eine Variation der Trommeldrehzahl erfordert jedoch einen erhöhten Energieeinsatz. Neben dem ohnehin hohen Energieverbrauch bei einer hohen Grund-  
25 drehzahl ist das häufige Abbremsen und Beschleunigen der Trommel wegen der hohen Massenträgheitsmomente einer beladenen Dekantierzentrifuge und den hohen Winkelgeschwindigkeiten zusätzlich sehr energieintensiv.

Ein Verfahren, das zum Betreiben einer Dekantierzentrifuge  
30 mit einem verstellbaren Flüssigkeitswehr geeignet wäre, ist nicht offenbart.

Es stellt sich daher die Aufgabe, ein Verfahren der eingangs genannten Art so weiter zu entwickeln, dass zum einen eine Optimierung des Energieverbrauchs im Grundlastbetrieb einer Dekantierzentrifuge erfolgt und dass zum anderen die Dekantierzentrifuge so betrieben wird, dass auch bei plötzlichen Änderungen in Art und Menge des zulaufenden Produktes eine Regelung des Prozesses im Hinblick auf eine vorbestimmte Trockensubstanzkonzentration der abgetrennten Trockenphase gewährleistet ist.

10 Gelöst wird diese Aufgabe mit einem Verfahren der eingangs genannten Art, das durch folgende weitere Schritte gekennzeichnet ist:

- e) Festlegen eines Teichtiefentoleranzbereichs mit einer unteren Teichtiefe  $x_{T,u}$  und einer oberen Teichtiefe  $x_{T,o}$ ;  
15
- f) Vergleichen der eingeregelten Teichtiefe  $x_w$  mit dem Teichtiefentoleranzbereich und fortwährende Durchführung der Schritte b) bis f) bei einer innerhalb des Teichtiefentoleranzbereiches liegenden Teichtiefe  $x_T$ ;
- 20 g) Erhöhen der Zentrifugentrommeldrehzahl  $n_z$  um einen Drehzahlstufenwert  $\Delta n_z$  bei einer Teichtiefe  $x_T$ , die kleiner ist als die untere Teichtiefe  $x_{T,u}$ , oder Absenken der Zentrifugentrommeldrehzahl  $n_z$  um einen Drehzahlstufenwert  $\Delta n_z$  bei einer Teichtiefe  $x_T$ , die größer  
25 ist als die obere Teichtiefe  $x_{T,o}$ ;
- h) Nachregeln der Teichtiefe  $x_T$  in Abhängigkeit von der Trockensubstanzkonzentration  $c_{Ts}$  in der abgezogenen Trockenphase bis zum Erreichen einer vorgegebenen Soll-Trockensubstanzkonzentration  $c_{Ts,o}$ ;
- 30 i) Vergleich der nachgeregelten Teichtiefe  $x_T$  mit einem vorgegebenen Teichtiefentoleranzbereich und Wiederho-

lung der Schritte f) bis i) bei einer außerhalb des Teichtiefentoleranzbereiches liegenden Teichtiefe  $x_T$  unter fortwährender Einleitung des Mehrphasengemisches in die rotierende Zentrifugentrommel und Abzug der Flüssigkeits- und Trockenphase.

Die mit dem Verfahren der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, dass eine Dekantierzentrifuge mit einer Tauchscheibe und einem Flüssigkeitswehr so zu betreiben ist, dass bei einem Grundlastbetrieb mit weitgehend konstanter Menge und Konzentration des Zulaufs eine Optimierung hinsichtlich des Energieverbrauchs vorgenommen werden kann und dass zugleich eine Reaktionsbereitschaft auf plötzliche Änderungen im Zulauf dadurch gegeben ist, dass das Wehr in eine durch den Toleranzbereich definierte Mittellage zurückgeführt wird, aus der heraus es sowohl die Trockenphase stärker eindicken als auch weiter verdünnen kann.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens wird eine Dekantierzentrifuge verwendet, deren Flüssigkeitswehr aus einer Wehrplatte mit wenigstens einer Flüssigkeitsausnehmung und aus einer Drosselplatte besteht, die ortsfest unter Ausbildung eines Wehrspaltes gegenüber der Wehrplatte gelagert und axial verschiebbar ist. Die Teichtiefe  $x_T$  ist über eine Vergrößerung der Wehrspaltweite  $x_W$  abzusenken und über eine Verringerung der Wehrspaltweite  $x_W$  zu erhöhen. Dem Teichtiefentoleranzbereich ist ein entsprechender Wehrspaltweitentoleranzbereich mit einer unteren Wehrspaltweite  $x_{W,u}$  und einer oberen Wehrspaltweite  $x_{W,o}$  zugeordnet. Da eine Erhöhung der Wehrspaltweite den Staudruck am Wehr senkt, sinkt folglich die Teichtiefe. Somit ist bei der unteren Wehrspaltweite  $x_{W,u}$  des Wehrspaltweitentoleranzbereichs die obere Teichtiefe  $x_{T,u}$  erreicht und umgekehrt.



Eine weitere Ausführungsform des Verfahrens sieht vor, dass eine Dekantierzentrifuge verwendet wird, deren Flüssigkeitswehr wenigstens aufweist einen sich axial erstreckenden, U-förmigen Flüssigkeitskanal, deren Eintritts- und Aus-

5 trittsöffnungen zum Außenumfang des Flüssigkeitswehrs hin angeordnet sind und bei dem im Bereich einer U-förmigen Biegung des Flüssigkeitskanals ein Druckgas unter Ausbildung einer hydrohermetischen Druckkammer einleitbar ist. Damit ist die Teichtiefe  $x_T$  durch Erhöhung des Gasdrucks zu erhö-

10 hen und durch Erniedrigen des Gasdrucks abzusenken. Dem Teichtiefentoleranzbereich ist ein entsprechender Gasdrucktoleranzbereich mit einem unteren Gasdruck  $p_U$  und einem oberen Gasdruck  $p_O$  zugeordnet.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens sind den

15 Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels unter Bezug auf die Zeichnung zu entnehmen.

Die Erfindung betrifft auch ein Dekantierzentrifugensystem zur Durchführung des Verfahrens, mit wenigstens folgenden

20 Einzelteilen:

- einer Dekantierzentrifuge umfassend:
  - eine Hohlwelle, die wenigstens ein innenliegendes Einlaufrohr aufweist;
  - eine um die Hohlwelle rotierbare Zentrifugentrommel,
  - 25 welche mit wenigstens einer in ihren Trommelmantel eingebrachten Trockensubstanzaustragsausnehmung versehen ist;
  - eine ringförmigen Tauchscheibe, die an ihrem inneren Umfang mit der Hohlwelle verbunden ist und deren Außendurchmesser kleiner ist als der Innendurchmesser
  - 30 des Trommelmantels;

- wenigstens ein endseitig an der Zentrifugentrommel angeordnetes Flüssigkeitswehr mit einem Wehrspalt, durch den die Flüssigkeitsphase aus der Zentrifugentrommel ableitbar ist, und mit einer Teichtiefeneinstellvorrichtung, mit der die Teichtiefe  $x_T$  der in der Zentrifugentrommel rotierenden Flüssigkeitsphase einstellbar ist,
- einer Sensoreinrichtung zur Messung der Trockensubstanzkonzentration  $c_{TS}$  in der abgezogenen Trockenphase;
- eine Wehrregleinrichtung zur Regelung der Teichtiefe  $x_T$  in Abhängigkeit von der Trockensubstanzkonzentration  $c_{TS}$ .

Eine Dekantierzentrifugensystem mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 17 ist aus der Veröffentlichung "Intelligente Meß- und Regelungstechnik zur optimierten Prozessführung bei der Abwasserbehandlung" (DR. H.-J. BEYER / M. FLEUTER, Westfalia Separator Industry GmbH in: 4. Merseburger Fachtagung Automatisierung, Meßmethoden und Experimente in der mechanischen Verfahrenstechnik, November 1999) bekannt. Mit Hilfe einer Wehrregleinrichtung wird erreicht, dass die Teichtiefe  $x_T$  in Abhängigkeit von der Trockensubstanzkonzentration  $c_{TS}$  verstellt wird. Hierdurch ist eine weitgehende Automatisierung des Phasentrennprozesses möglich. Ein Eingriff des Bedieners ist aber nach wie vor erforderlich, wenn starke Änderungen in Art, Menge und/oder Konzentration des zulaufenden Produktes auftreten und das Wehr eine Grenzlage erreicht hat, aus der heraus es nicht mehr auf die aufgetretenen Änderungen reagieren kann. Zudem ist im laufenden Prozess wegen der hohen Trommeldrehzahlen ein hoher Energieverbrauch festzustellen.

Es stellt sich daher die Aufgabe, ein Dekantierzentrifugensystem so weiter zu entwickeln, dass der Energieverbrauch

bei der Trennung eines Mehrphasengemisches mittels einer Dekantierzentrifuge reduziert wird und außerdem auch Änderungen bei Menge und Zusammensetzung des zulaufenden Produktes ohne Eingriff des Benutzers kompensierbar sind.

- 5 Diese Aufgabe wird gelöst bei einem Dekantierzentrifugensystem der zuvor genannten Art, das gekennzeichnet ist durch eine Drehzahlregleinrichtung zur Regelung der Trommeldrehzahl  $n_z$  in Abhängigkeit von der Teichtiefe  $x_T$  und von der Trockensubstanzkonzentration  $c_{TS}$ , mit einem Konzentrations-  
10 signaleingang (221), einem Teichtiefensignaleingang (222) und einem Drehzahlsteuersignalausgang (224).

Mit diesem Dekantierzentrifugensystem ist es möglich, zwei Stellgrößen, nämlich Teichtiefe und Drehzahl, automatisch zu beeinflussen. Die Drehzahlregleinrichtung ist dabei nachge-  
15 ordnet. Priorität in dem System behält die Wehrregleinrichtung für die Regelung der Teichtiefe in Abhängigkeit von der Trockensubstanzkonzentration. Damit kommt der Drehzahlregleinrichtung eine Rolle als Ergänzungssystem zu, das in Zeiten eines Grundlastbetriebs eine Optimierung des Energiever-  
20 brauchs bewirken kann oder auch die Stellung des Wehrs im Hinblick auf Reaktionen des Systems auf Änderungen beim Zulauf optimieren kann.

Im Falle eines Ausfalls der Wehrregleinrichtung kann zudem über eine Änderung der Trommeldrehzahl die Trockensubstanz-  
25 konzentration geregelt oder zumindest soweit gesenkt werden, dass die Trockensubstanz fließfähig bleibt und ein Verstopfen der Austragsleitungen verhindert wird.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des Dekantierzentrifugensystems sind den Unteransprüchen 18 bis 24 zu entnehmen.

Die Erfindung wird nachfolgend mit Bezug auf die Zeichnungen näher erläutert. Die Figuren zeigen im Einzelnen:

- Fig. 1 eine erste Ausführungsform eines Dekantierzen-  
trifugensystems in schematischer Übersicht;
- 5 Fig. 2 eine zweite Ausführungsform eines Dekantierzen-  
trifugensystems in schematischer Übersicht,
- Fig. 3 den inneren Aufbau einer Dekantierzentrifuge mit  
mechanischem Flüssigkeitswehr in Schnittansicht;
- 10 Fig. 4a bis 4c den Verlauf verschiedener Parameter während  
des Verfahrens, jeweils aufgetragen in einem  
Diagramm über der Zeitachse;
- Fig. 5a,b die ausströmende Flüssigkeit bei verschiedenen  
Stellungen eines mechanischen Flüssigkeitswehrs  
in Schnittansicht;
- 15 Fig. 6 eine Dekantierzentrifuge mit pneumatische, Flüs-  
sigkeitswehr in Schnittansicht; und
- Fig. 7 den Ablauf des Verfahrens in einem Flussdia-  
gramm.

Figur 1 zeigt eine erste Ausführungsform eines Dekantierzen-  
trifugensystems gemäß der Erfindung. Eine Dekantierzentrifu-  
ge 100 ist mit einem Einlaufrohr 11, einer Flüssigkeitslei-  
tung 36 und einer Trockensubstanzaustragsleitung 27 verbun-  
den. Die Dekantierzentrifuge 100 weist eine Trommelantriebs-  
vorrichtung 25 für den Antrieb einer Zentrifugentrommel 20  
25 auf und eine Schneckenantriebsvorrichtung 45 zum Antrieb ei-  
ner Förderschnecke 40 auf. Außerdem ist die Dekantierzentrifu-

fuge 100 mit einem Flüssigkeitswehr versehen, das über eine Wehrverstellvorrichtung 35 verstellbar ist.

An der Trockensubstanzaustragsleitung 27 ist eine Sensoreinrichtung 60 angeordnet, mit der eine Trockensubstanzkonzentration  $c_{TS}$  in der dort abgezogenen Trockenphase messbar ist. Das Messsignal der Sensoreinrichtung 60 ist auf den Konzentrationssignaleingang 211 einer Wehrregeleinrichtung 210 aufgeschaltet. An deren Steuerausgang 214 wird in der hier dargestellten ersten Ausführungsform ein Wehrspaltweitensteuersignal ausgegeben, mit dem die Wehrverstellvorrichtung 35 beaufschlagt ist. Als besonders geeignet hat sich die Auslegung der Wehrregeleinrichtung 210 als PI-Regler erwiesen. Durch einen hohen integrierenden Anteil können Regelabweichungen zunächst über eine Zeitdauer gemittelt werden, so dass ein Aufschwingen des Dekantierzentrifugensystems verhindert wird.

Das Messsignal der Sensoreinrichtung 60 ist außerdem auf den Konzentrationssignaleingang 221 einer Drehzahlregeleinrichtung 220 aufgeschaltet. An einem Wehrspaltweitensignaleingang 222 ist ein Signal aufgeschaltet, das die aktuelle Wehrspaltweite übermittelt. Dieses Wehrspaltweitensignal kann direkt vom Steuerausgang 214 der Wehrregeleinrichtung 210 abgenommen werden, so dass es einen Soll-Wert der Wehrspaltweite repräsentiert.

Vorzugsweise wird jedoch die tatsächliche Wehrspaltweite durch Wegstreckenmessung direkt am Wehr ermittelt und dem Wehrspaltweitensignaleingang 222 der Drehzahlregeleinrichtung 220 aufgeschaltet. Die Drehzahlregeleinrichtung 220 ist als Schrittreger ausgeführt.

Die in Fig. 2 dargestellte bevorzugte Ausführungsform unterscheidet sich von der ersten aus Fig. 1 dadurch, dass sie eine Deaktivierungseinrichtung 215 aufweist, die die Drehzahlregelungseinrichtung 220 erst freischaltet, wenn die Anlaufphase des Prozesses beendet ist und die Wehrspaltweite  $x_w$  vorläufig durch die Wehrregelungseinrichtung 210 eingeregelt worden ist. Weiterhin deaktiviert die Deaktivierungseinrichtung 215 die Drehzahlregelungseinrichtung 220 im Anschluss an eine Änderung der Trommeldrehzahl solange, bis die damit einhergehende Beeinflussung der an der Sensoreinrichtung 60 zu messenden Trockensubstanzkonzentration  $c_{Ts}$  von der Wehrregelungseinrichtung 210 wieder kompensiert worden ist. Anschließend wird die Drehzahlregelungseinrichtung 220 wieder freigeschaltet, so dass diese gegebenenfalls eine weitere Änderung der Trommeldrehzahl ausführen kann.

In Fig. 3 ist der innere Aufbau einer Dekantierzentrifuge 1 dargestellt, die im wesentlichen aus einer Zentrifugentrommel 20, einer Hohlwelle 20, einem Flüssigkeitswehr 30 und einer Förderschnecke 40 besteht.

Die Zentrifugentrommel 20 ist an Lagerstellen 23, 24 drehbar gelagert und kann über eine Trommelantriebsvorrichtung 25 (vgl. Fig. 1) rotiert werden. Innerhalb der Zentrifugentrommel 20 ist eine Hohlwelle 10 angeordnet, die über Lager 15, 16 drehbar am Trommelmantel 21 gelagert ist. In eine axiale Bohrung der Hohlwelle 10 ragt ein ortsfestes Einlaufrohr 11 hinein, die an wenigstens einer Einlaufausnehmung 12 mündet. Durch diese ist eine Verbindung von der inneren Bohrung zum Außenumfang der Hohlwelle 10 geschaffen.

Am Außenumfang der Hohlwelle 10 ist eine Förderschnecke 40 befestigt, die über eine Schneckenantriebsvorrichtung 45 ro-

tierbar ist. Die Schneckenantriebsvorrichtung 45 kann auch Teil der Trommelantriebsvorrichtung 25 sein, beispielsweise durch eine separate Getriebestufe gebildet sein. Hohlwelle 10 und Trommelmantel 21 sind konzentrisch angeordnet, so dass sich zwischen der Hohlwelle 10 und dem Trommelmantel 21 ein Kreisringraum 26 ausgebildet. Die Hohlwelle 10 weist eine Tauchscheibe 14 auf, die an dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel in der Nähe einer Querschnittsverjüngung von Hohlwelle 10 und Trommelmantel 21 angeordnet ist. Die Tauchscheibe 14 ist auf der Hohlwelle 10 befestigt und schließt den Kreisringraum 26 zur Hohlwelle hin ab. Der äußere Umfang der Tauchscheibe 14 ist beabstandet von dem Innenumfang des Zentrifugenmantels 21, so dass dort ein Durchtritt von Flüssigkeit oder Trockensubstanz möglich ist. Am Ende des konischen Bereiches ist der Trommelmantel 21 mit wenigstens einer Trockensubstanzaustragsausnehmung 22 versehen.

Am gegenüberliegenden axialen Ende der Zentrifugentrommel 20 ist ein Flüssigkeitswehr 30 angeordnet. Die Zentrifugentrommel 20 ist mit einer Wehrplatte 32 abgeschlossen, welche einzelne Ausnehmungen aufweist, die einen Austritt von Flüssigkeit erlauben. Der Wehrplatte 32 gegenüberliegend ist eine Drosselplatte 34 angeordnet, die an einem ortsfest Teil des Gehäuses der Dekantierzentrifuge 1 befestigt ist und nicht mit der Zylindertrommel 20 rotiert. Die Drosselplatte 34 ist parallel zur Drehachse der Zylindertrommel 20 verschiebbar. Die Breite eines sich zwischen Wehrplatte 32 und Drosselplatte 34 ausbildenden Wehrspalts 33 ist damit auch bei rotierender Zylindertrommel 20 variierbar.

Die Verstellung der Drosselplatte 34 kann über elektrische oder pneumatische Verstelleinrichtungen erfolgen, die über

ein Spaltweitensignal steuerbar sind, welches vom Steuerausgang 214 einer Wehrregleinrichtung 210 ausgegeben wird.

Figur 6 zeigt ausschnittsweise eine Dekantierzentrifuge mit einem pneumatischen Flüssigkeitswehr 330. Dieses weist einen  
5 U-förmigen Flüssigkeitskanal auf mit einer zur Zentrifugentrommel 20 hin gerichteten Eintrittsöffnung 331, einer U-förmigen Biegung 333 und einer Austrittsöffnung 332. Es schließt sich in der in Fig. 6 dargestellten Ausführungsform eine weitere U-förmige Kanalumlenkung an, so dass insgesamt  
10 eine Labyrinthdichtung mit 4 Umlenkungen ausgebildet ist. Durch eine Druckgasleitung 334 kann Druckgas in den Flüssigkeitskanal im Bereich der U-förmigen Biegung 333 eingeblasen werden, wo sich eine hydrohermetische Druckkammer ausbildet. Das in der Biegung 333 eingeleitete Druckgas erhöht den  
15 Strömungswiderstand für die Flüssigkeitsphase 54 und erhöht damit den Staudruck am Flüssigkeitswehr 330, so dass sich die Teichtiefe  $x_T$  vergrößert und die Trockensubstanzkonzentration der ausgetragenen Schlammphase 52 verringert. Wird der Gasdruck zu hoch gewählt, bricht die Gasphase aus der  
20 Biegung 333 des Kanals aus und sammelt sich entweder in der Zentrifugentrommel 20 oder strömt nach außen. Bei einem Gasdruck, der etwa dem Druck der rotierenden Flüssigkeitsphase in der Biegung 333, tritt kein Gas mehr in die Flüssigkeitsphase 54 über, so dass diese ungehindert austreten kann.  
25 Beim Über- oder Unterschreiten dieser Druckwerte wird die Teichtiefe  $x_T$  nicht mehr beeinflusst. Liegt der Gasdruck zwischen den genannten Grenzdrücken, kann das Verfahren der Erfindung in gleicher Weise angewandt werden wie zuvor für eine Dekantierzentrifuge mit mechanisch verstellbarem Flüssigkeitswehr 30 angegeben wurde. Auch das zuvor beschriebene  
30 Dekantierzentrifugensystem kann mit seinen Sensoren 60 und



Regeleinrichtungen 210, 220 ebenso zusammen mit einer Dekantierzentrifuge mit pneumatisch verstellbarem Flüssigkeitswehr 330 betrieben werden.

- 5 Das erfindungsgemäße Verfahren wird nachfolgend mit Bezug auf die Zeichnung erläutert.

Bei dem zu verarbeitenden Produkt handelt es sich um ein Mehrphasengemisch, das mindestens eine Flüssigkeitsphase und eine darin unlösliche Feststoffphase aufweist. In der hier  
10 vorgestellten Ausbildung des Verfahrens ist es Ziel des Trennprozesses, die Feststoffphase mit einem möglichst geringem Restgehalt an Flüssigkeit abzutrennen, gleichwohl soll die aus Feststoff und Restflüssigkeit bestehende Trockenphase noch durch Rohrleitungen förderbar sein, so dass  
15 sie fließfähig bleiben muss. Diese Zielsetzung ergibt sich beispielsweise bei der Verarbeitung von Klärschlamm in kommunalen Kläranlagen.

Die Zylindertrommel 20 wird auf eine hohe Nenndrehzahl  $n_{z0}$  beschleunigt, und das Produkt wird eingeleitet. Die Nenn-  
20 drehzahl  $n_{z0}$  ist durch die Bauart der Dekantierzentrifuge 100 begrenzt. Bei hoher Nenndrehzahl  $n_{z0}$  zu Beginn des Verfahrens weist die sich absondernde Trockenphase 52 in der Zentrifugentrommel 20 eine hohe Trockensubstanzkonzentration  $c_{TS}$  auf.

Bei einem großen Dichtenunterschied zwischen fester und  
25 flüssiger Phase sind Feststoffe leichter sedimentierbar. In diesen Fällen kann die Nenndrehzahl  $n_{z0}$  niedriger sein als die bauartbedingte Höchstdrehzahl  $n_{z,max}$ . Das Verfahren kann dann mit einer Startdrehzahl begonnen werden, die dem 0,5 bis 0,7fachender der maximalen Drehzahl entspricht. Dadurch

weist die Trockenphase zunächst eine erhöhte Menge an Restwasser auf. Um dies auszugleichen, wird das Verfahren mit einem weit geöffneten Wehr begonnen, so dass möglichst viel Flüssigkeit abfließen kann.

- 5 In jedem Fall wird aber die Nenndrehzahl  $n_{z0}$  zu Anfang des Prozesses so hoch gewählt, dass damit eine starke Phasentrennung erzielt wird und vermieden wird, dass Feinstäube mit der abgetrennten Flüssigkeitsphase ausgeschwemmt werden.

- Um die Förderbarkeit der Trockenphase 52 zu gewährleisten und um bereits in der Anlaufphase des Prozesses ein so hohes  
10 Volumen auszutragen, dass die Rohrleitungen auf der Ausstragsseite gefüllt werden und eine Messung der Trockensubstanzkonzentration  $c_{TS}$  mit Hilfe der Sensoreinrichtung 60 ermöglicht ist, wird die bei hoher Nenndrehzahl abgetrennte  
15 Trockensubstanz mit Flüssigkeit versetzt. Dazu wird beim Anlaufen des Prozesses die Wehrspaltweite  $x_w$  des Wehrspalts 33 zunächst auf einen Startwert eingestellt, der etwa 0,5% bis 5% der maximal einstellbare Wehrspaltweite  $x_{w,max}$  beträgt. Durch den schmalen Wehrspalt 33 steigt der Druck im Kreisringraum 26, so dass Flüssigkeit 54 in die abgeschleuderte Trockenphase 52 hineindrückt. Die so wieder verdünnte Trockenphase 52 wird an der Tauchscheibe 14 vorbei bis zu der Trockensubstanzaustragsausnehmung 22 gefördert.

- Die Weitenverhältnisse am Wehr sind in den Fig. 5a und 5b  
25 schematisch dargestellt. Die Flüssigkeitsphase 54 wird nach dem Austritt aus der Wehrplatte 32 auf Grund der hohen Zentrifugalkräfte radial nach außen geschleudert. Bei einer in Fig. 5b dargestellten sehr weiten Öffnung des Wehrspalts 33 schleudert die Flüssigkeitsphase weg und benetzt die Drosselplatte 34 nicht mehr. Die Spaltweite  $x_w$  ist dann ohne  
30

Einfluss auf die hydraulische Förderung der Trockenphase 52 in der Zentrifugentrommel 20. Die maximal einstellbare Wehrspaltweite  $x_{W, \max}$  ist damit diejenige Weite des Wehrspalts 33, bei der gerade noch eine Benetzung der Drosselplatte 34 durch die austretende Flüssigkeitsphase 54 stattfindet und somit eine Regelung des Staudrucks der Flüssigkeitsphase erfolgen kann.

Anschließend wird die Wehrspaltweite  $x_W$  in Abhängigkeit von der Trockensubstanzkonzentration  $c_{TS}$  in der abgezogenen Trockenphase 52 bis zum Erreichen einer vorgegebenen Soll-Trockensubstanzkonzentration  $c_{TS,0}$  geregelt.

Als anzustrebender Arbeitspunkt wird eine Wehrspaltweite definiert, die unter Berücksichtigung von maschinentechnischen und produktspezifischen Daten festgelegt wird und gegebenenfalls durch Vorversuche ermittelt wird. Weiterhin wird ein in Fig. 4b mit 37 bezeichneter Wehrspaltweitentoleranzbereich um den Arbeitspunkt herum und eine Startwehrspaltweite  $x_{W,1}$  festgelegt. Die Breite des Wehrspaltweitentoleranzbereichs 37 beträgt vorzugsweise 0,5% bis 5% der maximalen Wehrspaltweite  $x_{W, \max}$ .

Der Arbeitspunkt kann auch in der Mitte des verfahrenstechnischen wirksamen Verfahrbereichs der Drosselplatte 34 festgelegt werden, so dass sich gleich große Reserven für den Verfahrweg der Drosselplatte in beiden Richtungen ergeben.

Nach dem so gestalteten Anlaufen des Prozesses setzt die erfindungsgemäße Optimierung des Verfahrens im Hinblick auf eine Energieeinsparung ein, sofern die eingeregelte Wehrspaltweite  $x_W$  nicht in dem Wehrspaltweitentoleranzbereich 37 liegt.

Liegt die Wehrspaltweite in dem Wehrspaltweitentoleranzbereich 37, so wird der Prozess ohne Energieverbrauchsoptimierung weitergeführt, indem laufend das Produkt aufgegeben wird und Flüssigkeits- und Trockenphase abgezogen werden.

5 Über eine Regelung der Wehrspaltweite wird auf Konzentrations- oder Mengenänderungen im Zulauf reagiert, so dass die Trockensubstanzkonzentration  $c_{TS}$  nach kurzer Zeitdauer wieder einem vorgegebenen Sollwert entspricht.

Kann die Wehrspaltweite nicht weiter erhöht werden, da diese

10 nahe an der maximalen Wehrspaltweite  $x_{W,max}$  liegt, wird eine Erhöhung der Trommeldrehzahl  $n_z$  vorgenommen, so dass die Trockensubstanzkonzentration  $c_{TS}$  in der Trockenphase tendenziell erhöht wird. Dem wird durch eine Druckerhöhung in der Flüssigkeitsphase entgegengewirkt, die mittels einer Redu-

15 zierung der Wehrspaltweite  $x_W$  bewirkt wird. Durch die Schritzte Drehzahlerhöhung und Nachregelung der Wehrspaltweite wird, gegebenenfalls nach einer Wiederholung, zugleich die Drosselplatte des Wehrs wieder im Wehrspaltweitentoleranzbereich 37 positioniert.

20 Liegt die eingeregelterte Wehrspaltweite  $x_W$  jedoch unterhalb des vorgegebenen Wehrspaltweitentoleranzbereichs 37, so wird die Zentrifugentrommeldrehzahl  $n_z$  um einen Drehzahlstufenwert  $\Delta n_z$ , welcher vorzugsweise bei 2% der maximalen Nenndrehzahl liegt, abgesenkt. Eine Durchführung des Verfahrens mit Dreh-

25 zahlstufenwerten  $\Delta n_z$  von 30 bis 70 U/min ist auch möglich. Es hat sich gezeigt, dass diese bevorzugte Werte für die Drehzahlstufenwerte einerseits groß genug ist, um in möglichst kurzer Zeit und möglichst wenigen Schritten eine Energieeinsparung zu bewirken. Andererseits führt die Höhe

30 der dem Prozess aufgezwungenen Änderung noch nicht zu einem

Aufschwingen des Systems oder anderen negativen Auswirkungen.

Nach der Drehzahländerung wird die Wehrspaltweite  $x_w$  in Abhängigkeit von der Trockensubstanzkonzentration  $c_{TS}$  in der  
5 abgezogenen Trockenphase 52 bis zum Erreichen einer vorgegebenen Soll-Trockensubstanzkonzentration  $c_{TS,0}$  nachgeregelt.

Die eingeregelterte Wehrspaltweite  $x_w$  wird wiederum mit dem vorgegebenen Wehrspaltweitentoleranzbereich 37 verglichen. Solange die Wehrspaltweite  $x_w$  außerhalb des Wehrspaltweiten-  
10 toleranzbereiches 37 liegt, werden die Schritte:

- Drehzahlabsenkung,
  - Nachregelung des Wehrspaltes 33 und
  - Überprüfung der Wehrspaltweite
- wiederholt.

15 Andernfalls wird die Energieoptimierung abgebrochen. Das Wehr 30 steht dann in einer Stellung, bei der noch genügend Reserven gegeben sind, um die Drosselklappe 34 im verfahrenstechnisch wirksamen Bereich zu verfahren und damit die Wehrspaltweite  $x_w$  zu verändern, wenn eine Änderung in Menge  
20 und/oder Zusammensetzung des aufgegebenen Produktes dies erfordert.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird abschließend an einem Beispiel und mit Bezug auf die Fig. 7 und die Fig. 4a bis  
25 Fig. 4c nochmals erläutert.

In einer kommunalen Kläranlage wird das Dekantiersystem der Erfindung zur Trocknung, Eindickung oder Volumenstromreduzierung von Klärschlamm, welcher ein Gemisch aus Flüssigkeit und Feststoffen mit einem Gehalt an Trockensubstanz von 0.1

- 50 g/l darstellt. Angestrebt wird eine Entwässerung bis auf eine Trockensubstanzkonzentration  $c_{TS}$  von 60 g/l.

In Fig. 4 ist der zeitliche Verlauf der Trommeldrehzahl  $n_z$  (Fig. 4a), der Wehrspaltweite  $x_w$  (Fig. 4b) und des Volumenstroms des zugeführten Produktes (Fig. 4c) bei dem erfindungsgemäßen Verfahren dargestellt.

In der mit „I“ bezeichneten Phase wird die Zentrifugentrommel 20 auf eine hohe Trommeldrehzahl beschleunigt, die im Bereich der bauartbedingten, im Betrieb maximal zulässigen Drehzahl liegt.

Wie in Fig. 4b dargestellt, wird die Wehrspaltweite  $x_w$ , ausgehend von einem nahezu geschlossenen Wehrspalt 33 in einer Rampenfunktion vergrößert, bis die Trommel mit dem im Betrieb vorgesehenen Volumen des Mehrphasengemisches vollständig befüllt ist, die vorgegebene Trommeldrehzahl erreicht wird und ein konstanter Volumendurchsatz in der Dekantierzentrifuge vorliegt.

Als Abschluss der Phase „I“, die die Schritte a) bis d) des erfindungsgemäßen Verfahrens umfasst, erfolgt eine Nachregelung der Wehrspaltweite  $x_w$  bis eine vorgegebene Trockensubstanzkonzentration  $c_{TS}$  in der abgezogenen Trockenphase 52 erreicht ist.

Anschließend an die Nachregelung erfolgt mit Beginn der Phase „II“ eine Überprüfung, ob die Wehrspaltweite  $x_w$  schon innerhalb des Wehrspaltweitentoleranzbereiches 37 liegt, welcher in Fig. 4b zwischen den gestrichelten Linien dargestellt ist.

Da die Wehrspaltweite  $x_w$  noch außerhalb des Toleranzbandes liegt, kann eine Absenkung der Trommeldrehzahl  $n_z$  um einen

Drehzahlstufenwert  $\Delta n_z$  vorgenommen werden, wodurch eine Energieeinsparung erzielt wird. Die durch die Reduktion der Trommeldrehzahl niedrigere Trockensubstanzkonzentration  $c_{TS}$  in der ausgetragenen Trockenphase wird durch eine Vergrößerung der Wehrspaltweite  $x_w$  kompensiert.

Die vorgenannten Schritte werden in den Phasen „III“ und „IV“ wiederholt. Am Ende der Phase „IV“ befindet sich die Wehrspaltweite  $x_w$  nach Durchführung der Nachregelung innerhalb des Wehrspaltweitentoleranzbereiches 37.

Daher wird die Drehzahlregleinrichtung 220 deaktiviert, und es wird keine weitere Absenkung der Trommeldrehzahl vorgenommen. Das Wehr 30 befindet sich nun in einer Stellung, aus der heraus das Dekantierzentrifugensystem der Erfindung auf Änderungen beim Produktzulauf in beide Richtungen reagieren kann. Der Wehrspalt 33 kann weiter geöffnet werden, um den Flüssigkeitsentzug bei einem Produkt mit geringerer Trockensubstanzkonzentration zu erhöhen. Er kann aber auch weiter geschlossen werden, wodurch bei einem stärker konzentrierten Produkt eine bestimmte Restfeuchte in der ausgetragenen Trockenphase erhalten bleibt, was ein Zusetzen der austragsseitigen Leitungssysteme verhindert.

In Phase „V“ der Fig. 4c ist eine Erhöhung der Zuflussmenge, beispielsweise auf Grund eines Regenschauers, aufgezeichnet. Gleichzeitig ist der Feststoffgehalt aber geringer. Um die Trockensubstanzkonzentration  $c_{TS}$  des Austrags konstant zu halten, wird die Wehrspaltweite  $x_w$  aus dem Toleranzbereich 37 heraus stark erhöht, um vermehrt Flüssigkeit abziehen zu können.

Der Verfahrensablauf ist auch in dem Flussdiagramm der Fig. 7 graphisch dargestellt: Zunächst muss die Zentrifugen-

trommel anlaufen und das Wehr auf eine Startwehrspaltweite eingestellt werden. Es wird dann die Zuleitung des Mehrphasengemisches in die rotierende Dekantierzentrifuge geöffnet, die damit allmählich gefüllt wird. Die Flüssigkeitsphase und  
5 die Trockenphase werden kontinuierlich abgezogen.

Mit der Wehrregleinrichtung 210 (vgl. Fig. 1, 2) wird über die Wehrstellung die Austragskonzentration auf den gewünschten Sollwert eingeregelt. Während dieser Zeit ist die Funktion der Drehzahlregleinrichtung 220 noch überbrückt. Nach-  
10 dem diese Überbrückungszeit beendet ist, wird die Regelung freigegeben. Für den spezifischen Einsatzfall wird unter Berücksichtigung von maschinentechnischen und anlagenspezifischen Daten der optimale Arbeitspunkt der Wehrregleinrichtung 210 festgelegt. Aus diesem Arbeitspunkt ergibt sich der  
15 Bereich in dem die Dekantierzentrifuge verfahrenstechnisch und hinsichtlich des Energieverbrauchs optimal arbeitet. Mittelage und Breite dieses Bereiches werden zur Definition eines Wehrspaltweitentoleranzbereiches herangezogen.

Die momentane Stellung des Wehrs wird dann ermittelt und mit  
20 dem Wehrspaltweitentoleranzbereich verglichen.

Befindet sich der Stellwert der Wehrregleinrichtung unterhalb dieses Bereiches, ist der Dekanter nicht ausgelastet und die Trommeldrehzahl, die mit dem Energieverbrauch des Trennverfahrens direkt im Zusammenhang steht, kann um einen  
25 Drehzahlstufenwert reduziert werden.

Verlässt der Stellwert der Regelung den Bereich in positiver Richtung, ist die Trommeldrehzahl zu niedrig und muss angehoben werden, um die Wehrposition in den Wehrspaltweitentoleranzbereich zurückzuführen.



Ist eine der Bedingungen für die Verstellung der Trom-  
meldrehzahl gegeben, wird geprüft, ob die Wehrregleinrich-  
tung ausgeregelt ist, d.h. ob die Austragskonzentration dem  
Sollwert entspricht. Ist das der Fall, so wird die Trom-  
5 meldrehzahl angepasst. Ist die Regeldifferenz zu groß, muss  
zunächst die Trockensubstanzkonzentration  $c_{Ts}$  nachgeregelt  
werden und die Trommeldrehzahl wird erst in einem späteren  
Schritt verändert.

Wurde die Trommeldrehzahl verändert, so ergibt sich für die  
10 ständig aktive Wehrregleinrichtung möglicherweise ein neuer  
Arbeitspunkt. Dieser Arbeitspunkt muss von der Regelung er-  
mittelt und angefahren werden. Dazu wird eine Erholungszeit  
für die Regelung gestartet. Nach Ablauf dieser Zeit beginnt  
wieder der Zyklus, der zur Festlegung des Wehrspaltweitento-  
15 leranzbereiches und eines erneuten Vergleichs der Wehrstel-  
lung mit dem Toleranzbereich führt.

5 Patentansprüche:

1. Verfahren zum Trennen eines Mehrphasengemisches (50) in wenigstens eine Flüssigkeitsphase (54) und eine Trockenphase (52) mit einer vorbestimmten Trockensubstanzkonzentration  $c_{TS}$ ,  
10 mittels einer Dekantierzentrifuge (100), die aufweist:  
- eine ringförmige Tauchscheibe (14), die an ihrem inneren Umfang mit einer Welle (10) verbunden ist und deren Außendurchmesser kleiner ist als der Innendurchmesser einer Zentrifugentrommel (20); und  
15 - wenigstens ein endseitig an der Zentrifugentrommel (20) angeordnetes Flüssigkeitswehr mit einem Wehrspalt, durch den die Flüssigkeitsphase (54) aus der Zentrifugentrommel (20) ableitbar ist, und mit einer Teichtiefeneinstellvorrichtung, mit der die Teichtiefe  
20  $x_T$  der in der Zentrifugentrommel (20) rotierenden Flüssigkeitsphase einstellbar ist,  
mit folgenden Schritten:  
j) Anlaufen der Zentrifugentrommel (20) auf eine Starttrommeldrehzahl  $n_{z,1}$  und Einstellen der Teichtiefe  $x_T$   
25 auf eine Startteichtiefe  $x_{T,1}$ ;  
k) Einleiten des Mehrphasengemisches (50) in die rotierende Zentrifugentrommel (20);  
l) Abzug der Trockenphase (52) durch die wenigstens eine Trockensubstanzaustragsausnehmung (22) und Abzug der  
30 Flüssigkeitsphase (54) durch den Wehrspalt (33);

- m) Regeln der Teichtiefe  $x_T$  mittels der Teichtiefeneinstellvorrichtung in Abhängigkeit von der Trockensubstanzkonzentration  $c_{TS}$  in der abgezogenen Trockenphase (52) bis zum Erreichen einer vorgegebenen Soll-Trockensubstanzkonzentration  $c_{TS,1}$ ;
- 5 gekennzeichnet durch folgende Schritte
- n) Festlegen eines Teichtiefentoleranzbereichs mit einer unteren Teichtiefe  $x_{T,u}$  und einer oberen Teichtiefe  $x_{T,o}$ ;
- 10 o) Vergleichen der eingeregelter Teichtiefe  $x_w$  mit dem Teichtiefentoleranzbereich und fortwährende Durchführung der Schritte b) bis f) bei einer innerhalb des Teichtiefentoleranzbereiches liegenden Teichtiefe  $x_T$ ;
- p) Erhöhen der Zentrifugentrommeldrehzahl  $n_z$  um einen
- 15 Drehzahlstufenwert  $\Delta n_z$  bei einer Teichtiefe  $x_T$ , die kleiner ist als die untere Teichtiefe  $x_{T,u}$ , oder Absenken der Zentrifugentrommeldrehzahl  $n_z$  um einen Drehzahlstufenwert  $\Delta n_z$  bei einer Teichtiefe  $x_T$ , die größer ist als die obere Teichtiefe  $x_{T,o}$ ;
- 20 q) Nachregeln der Teichtiefe  $x_T$  in Abhängigkeit von der Trockensubstanzkonzentration  $c_{TS}$  in der abgezogenen Trockenphase (52) bis zum Erreichen einer vorgegebenen Soll-Trockensubstanzkonzentration  $c_{TS,0}$ ;
- r) Vergleich der nachgeregelten Teichtiefe  $x_T$  mit einem
- 25 vorgegebenen Teichtiefentoleranzbereich und Wiederholung der Schritte f) bis i) bei einer außerhalb des Teichtiefentoleranzbereiches liegenden Teichtiefe  $x_T$  unter fortwährender Einleitung des Mehrphasengemisches (50) in die rotierende Zentrifugentrommel (20) und Ab-
- 30 zug der Flüssigkeits- und Trockenphase (54, 52).

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Dekantierzentrifuge (100) verwendet wird, deren Flüssigkeitswehr (30) aus einer Wehrplatte (32) mit wenigstens einer Flüssigkeitsausnehmung und aus einer Drosselplatte (34) besteht, die ortsfest unter Ausbildung eines Wehrspaltes (33) gegenüber der Wehrplatte (32) gelagert und axial verschiebbar ist und dass die Teichtiefe  $x_T$  über eine Vergrößerung der Wehrspaltweite  $x_W$  abzusenken und über eine Verringerung der Wehrspaltweite  $x_W$  zu erhöhen ist, wobei dem Teichtiefentoleranzbereich ein entsprechender Wehrspaltweitentoleranzbereich mit einer unteren Wehrspaltweite  $x_{W,U}$  und einer oberen Wehrspaltweite  $x_{W,O}$  zugeordnet ist.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass als Mittelpunkt des Wehrspaltweitentoleranzbereiches (37) die Hälfte der maximalen Wehrspaltweite  $x_{W,max}$  gewählt wird, bei welcher gerade keine Benetzung der Drosselplatte (34) durch die aus dem Wehrspalt (33) austretende Flüssigkeitsphase (54) mehr stattfindet.
4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass als Mittelpunkt des Wehrspaltweitentoleranzbereiches (37) die in Schritt d) eingeregelter Wehrspaltweite  $x_W$  gewählt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass in Schritt a) zur Einstellung der Startteichtiefe  $x_{T,1}$  eine Startwehrspaltweite  $x_{W,1}$  entsprechend 0,5% bis 5% der maximalen Wehrspaltweite  $x_{W,max}$  gewählt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Breite des Wehrspaltweitentoleranzbereiches (37) zwischen einer unteren Wehrspaltweite  $x_{W,U}$  und einer oberen Wehrspaltweite  $x_{W,O}$  0,5% bis 5%  
5 der maximalen Wehrspaltweite  $x_{W,max}$  beträgt.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass in Schritt d) die Wehrspaltweite  $x_W$  als lineare Funktion der Zeit erhöht wird, solange eine Regelabweichung der gemessenen Trockensubstanzkonzentration  $c_{TS}$  von der Soll-Trockensubstanzkonzentration  
10  $c_{TS,1}$  mehr als 10% beträgt.
8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Dekantierzentrifuge verwendet wird, deren Flüssigkeitswehr wenigstens einen sich axial erstreckenden, U-förmigen Flüssigkeitskanal aufweist, deren Eintritts-  
15 und Austrittsöffnungen zum Außenumfang des Flüssigkeitswehrs hin angeordnet sind und bei dem im Bereich der U-förmigen Biegung ein Druckgas unter Ausbildung einer hydrohermetischen Druckkammer einleitbar ist und  
20 dass die Teichtiefe  $x_T$  durch Erhöhung des Gasdrucks zu erhöhen ist und durch Erniedrigen des Gasdruck abzusenken ist, wobei dem Teichtiefentoleranzbereich ein entsprechender Gasdrucktoleranzbereich mit einem unteren Gasdruck  $p_U$  und einem oberen Gasdruck  $p_O$  zugeordnet ist.
- 25 9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass als Mittelpunkt des Teichtiefentoleranzbereiches die in Schritt d) eingeregelter Teichtiefe  $x_W$  gewählt wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass in Schritt a) zur Einstellung der

Startteichtiefe  $x_{T,1}$  ein Startgasdruck  $p_1$  entsprechend 95% bis 99,5% eines maximalen Gasdrucks  $p_{\max}$  gewählt wird.

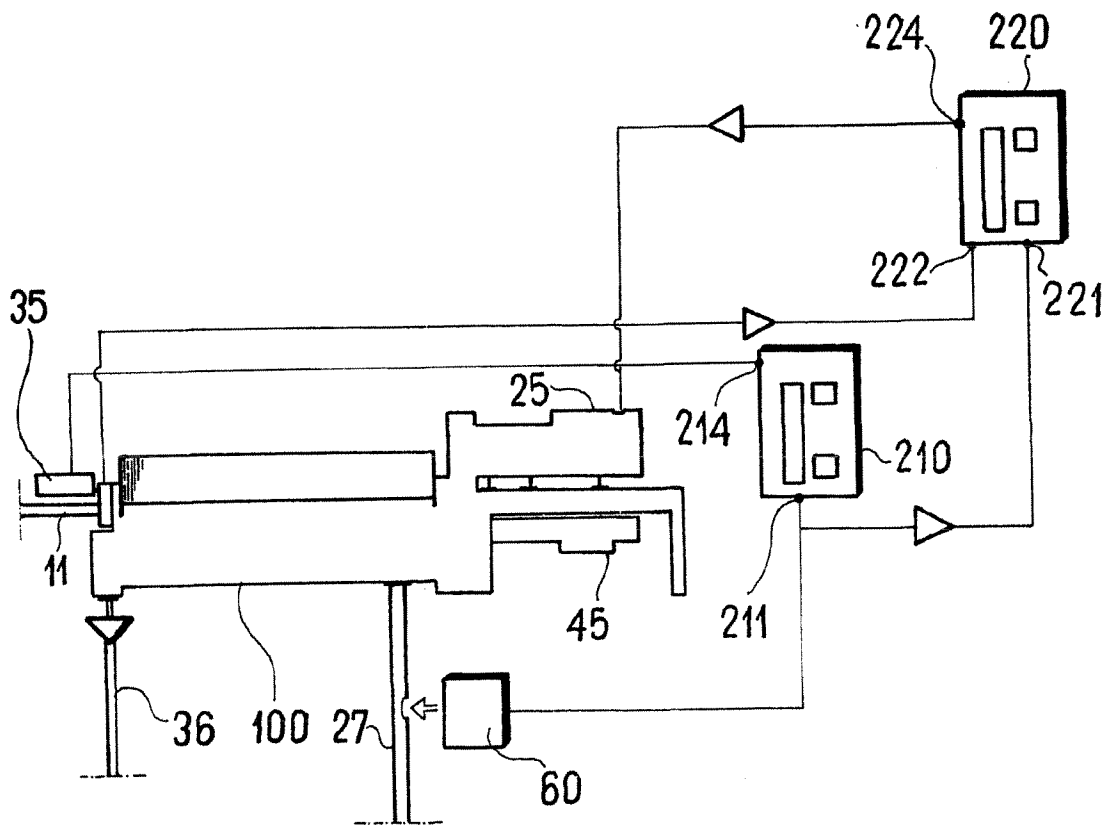
- 5 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Breite des Gasdrucktoleranzbereiches zwischen einem unteren Gasdruck  $p_u$  und einem oberen Gasdruck  $p_o$  0,5% bis 5% des maximalen Gasdrucks  $p_{\max}$  beträgt.
- 10 12. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass in Schritt d) der Gasdruck als lineare Funktion der Zeit gesenkt wird, solange eine Regelabweichung der gemessenen Trockensubstanzkonzentration  $c_{TS}$  von der Soll-Trockensubstanzkonzentration  $c_{TS,1}$  mehr als 10% beträgt.
- 15 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass als Starttrommeldrehzahl  $n_{Z,1}$  die maximal zulässige, bauartbedingte Nenndrehzahl  $n_{Z,\max}$  der Dekantierzentrifuge (100) gewählt wird.
- 20 14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Starttrommeldrehzahl  $n_{Z,1}$  dem 0,5fachen bis 0,7fachen der maximal zulässigen, bauartbedingten Nenndrehzahl  $n_{Z,\max}$  der Dekantierzentrifuge (100) gewählt wird.
- 25 15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Drehzahlstufenwert  $\Delta n_Z$  1% bis 3% der maximal zulässigen, bauartbedingten Nenndrehzahl  $n_{Z,\max}$  entspricht.

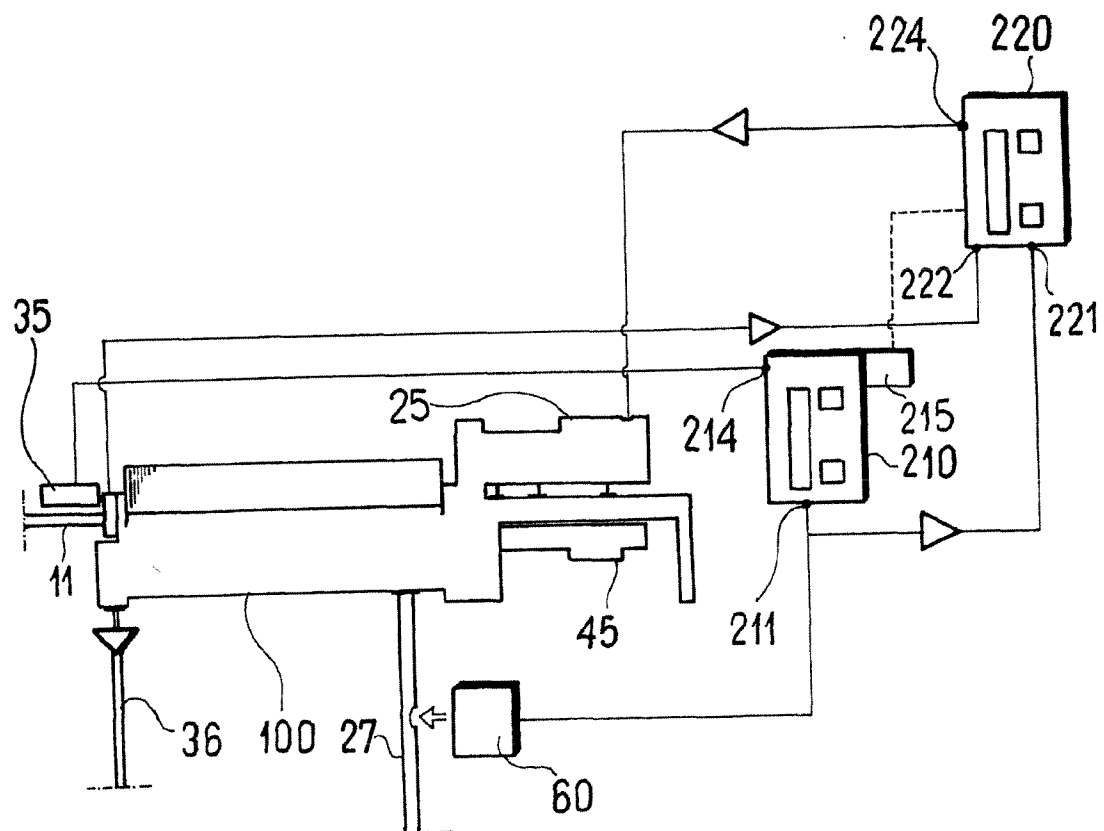
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass der Drehzahlstufenwert  $n_z$  30...70 Umdrehungen pro Minute beträgt.
17. Dekantierzentrifugensystem zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 16, mit wenigstens folgenden Einzelteilen:
- einer Dekantierzentrifuge (100) umfassend:
    - eine Hohlwelle (10), die wenigstens ein innenliegendes Einlaufrohr (11) aufweist;
    - 10 - eine um die Hohlwelle (10) rotierbare Zentrifugentrommel (20), welche mit wenigstens einer in ihren Trommelmantel (21) eingebrachten Trockensubstanzaustragsausnehmung (22) versehen ist;
    - einer ringförmigen Tauchscheibe (14), die an ihrem inneren Umfang mit der Hohlwelle (10) verbunden ist und deren Außendurchmesser kleiner ist als der Innendurchmesser des Trommelmantels (21);
    - 15 - wenigstens ein endseitig an der Zentrifugentrommel (20) angeordnetes Flüssigkeitswehr mit einem Wehrspalt, durch den die Flüssigkeitsphase (54) aus der Zentrifugentrommel (20) ableitbar ist, und mit einer Teichtiefeneinstellvorrichtung, mit der die Teichtiefe  $x_T$  der in der Zentrifugentrommel (20) rotierenden Flüssigkeitsphase einstellbar ist,
    - 20 - einer Sensoreinrichtung (200) zur Messung der Trockensubstanzkonzentration  $c_{TS}$  in der abgezogenen Trockenphase (52);
    - 25 - eine Wehrregeleinrichtung (210) zur Regelung der Teichtiefe  $x_T$  in Abhängigkeit von der Trockensubstanzkonzentration  $c_{TS}$ ;
    - 30 gekennzeichnet durch

- eine Drehzahlregeleinrichtung (220) zur Regelung der Trommeldrehzahl  $n_z$  in Abhängigkeit von der Teichtiefe  $x_T$  und von der Trockensubstanzkonzentration  $c_{TS}$ , mit einem Konzentrationssignaleingang (221), einem Teichtiefensignaleingang (222) und einem Drehzahlsteuersignalausgang (224).
18. Dekantierzentrifugensystem nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Dekantierzentrifuge (100) eine in dem zwischen der Hohlwelle (10) und der Zentrifugentrommel (20) ausgebildeten Kreisringraum (26) angeordnete Förderschnecke (40) aufweist, die mit der Hohlwelle (10) mit einer Schneckendrehzahl  $n_s$  rotierbar ist, welche gegenüber der Trommeldrehzahl  $n_z$  um eine Differenzdrehzahl  $\Delta n_s$  erhöhbar ist.
19. Dekantierzentrifugensystem nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, dass das Flüssigkeitswehr (30) aus einer Wehrplatte (32) mit wenigstens einer Flüssigkeitsausnehmung und aus einer Drosselplatte (34) besteht, die ortsfest unter Ausbildung eines Wehrspaltes (33) gegenüber der Wehrplatte (32) gelagert und axial verschiebbar ist.
20. Dekantierzentrifugensystem nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, dass das Flüssigkeitswehr (330) wenigstens einen sich axial erstreckenden, U-förmigen Flüssigkeitskanal aufweist, deren Eintritts- und Austrittsöffnungen (331, 332) zum Außenumfang des Flüssigkeitswehrs (330) hin angeordnet sind und bei dem im Bereich einer U-förmigen Biegung (333) Druckgas unter Ausbildung einer hydrohermetischen Druckkammer über eine Druckgasleitung (334) einleitbar ist.



21. Dekantierzentrifugensystem nach einem der Ansprüche 17 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Drehzahlregel-  
einrichtung (220) während der Regelung der Teichtiefe  
5  $x_T$  durch die Wehrregleinrichtung (210) bis zum Errei-  
chen einer vorgegebenen Trockensubstanzkonzentration  $c_{TS}$   
mittels einer Deaktivierungseinrichtung (215) deakti-  
vierbar ist.
22. Dekantierzentrifugensystem (100) nach einem der Ansprü-  
che 17 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Wehrre-  
10 geleinrichtung (210) ein PI-Regler oder ein PID-Regler  
ist.
23. Dekantierzentrifuge (100) nach einem der Ansprüche 17  
bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass die Drehzahlregel-  
einrichtung (220) ein Schrittreger ist, der einen  
15 Teichtiefensignaleingang (222), einen Konzentrations-  
signaleingang (221) und einen Drehzahlsteuersignalaus-  
gang (224) aufweist.
24. Dekantierzentrifuge (100) nach einem der Ansprüche 17  
bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass der Teichtiefensi-  
20 gnaleingang (221) der Drehzahlregel-  
einrichtung (220) und der Wehrsteuersignalausgang (214) der Wehrreglein-  
richtung (210) direkt miteinander verbunden sind.

图 1

Fig. 2

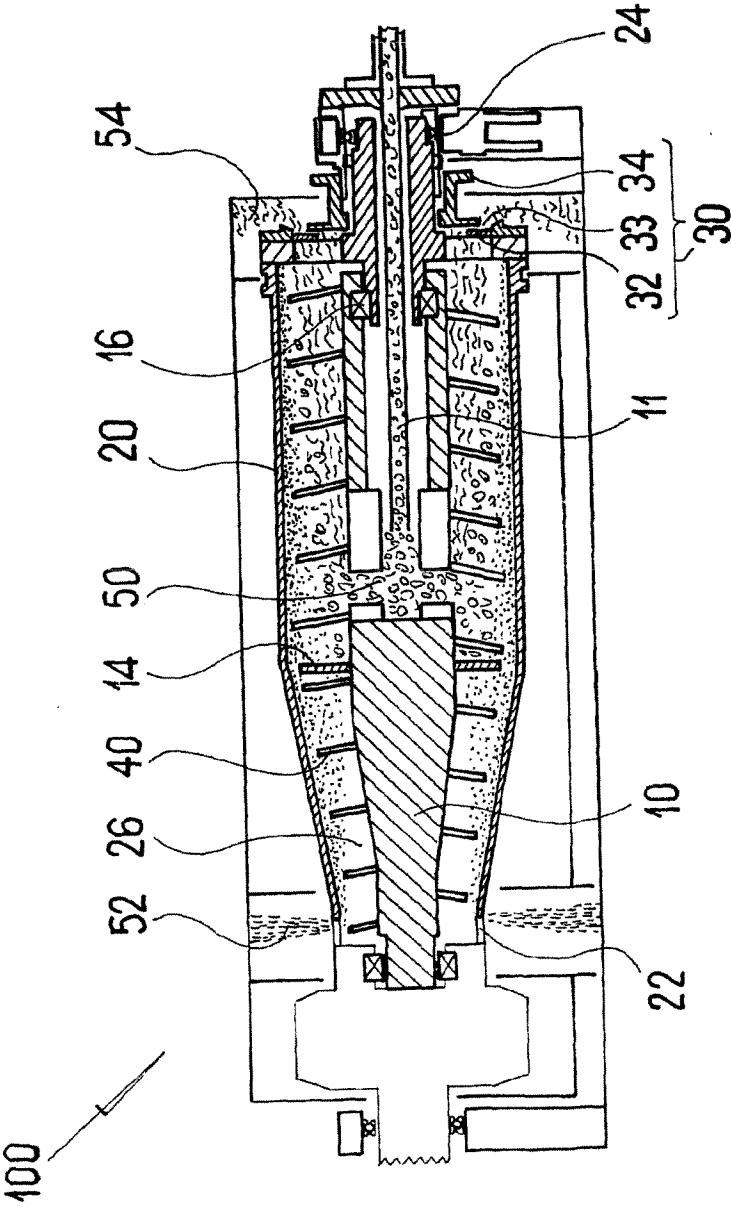
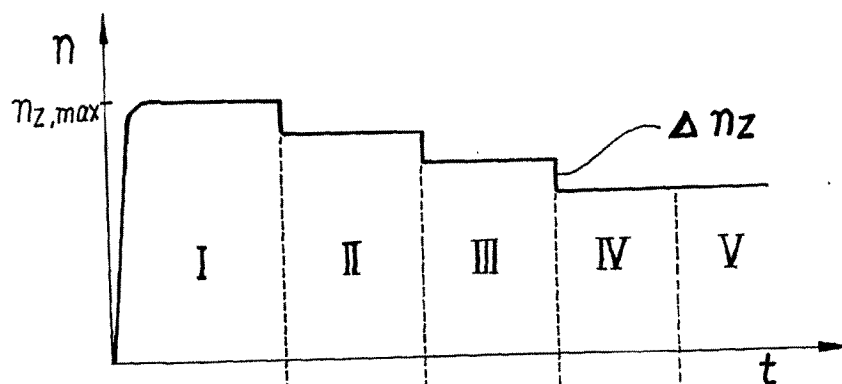
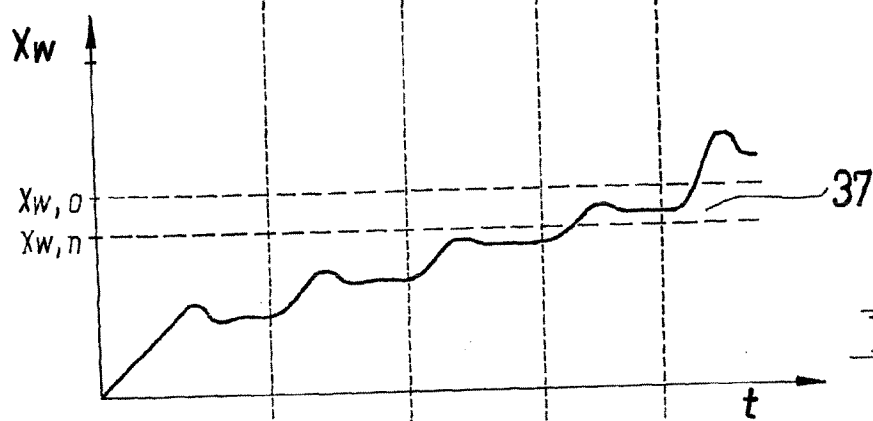
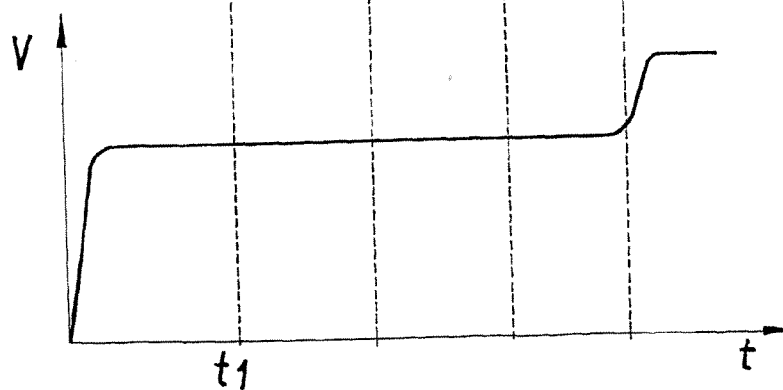
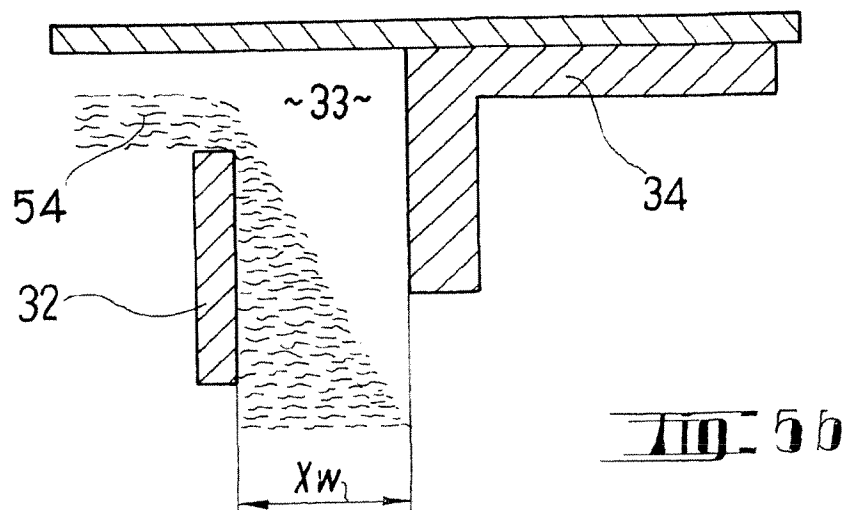
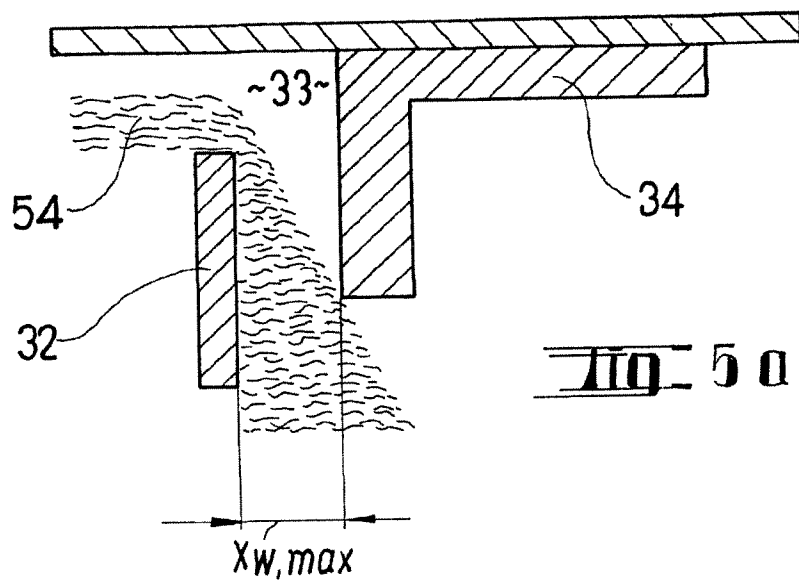
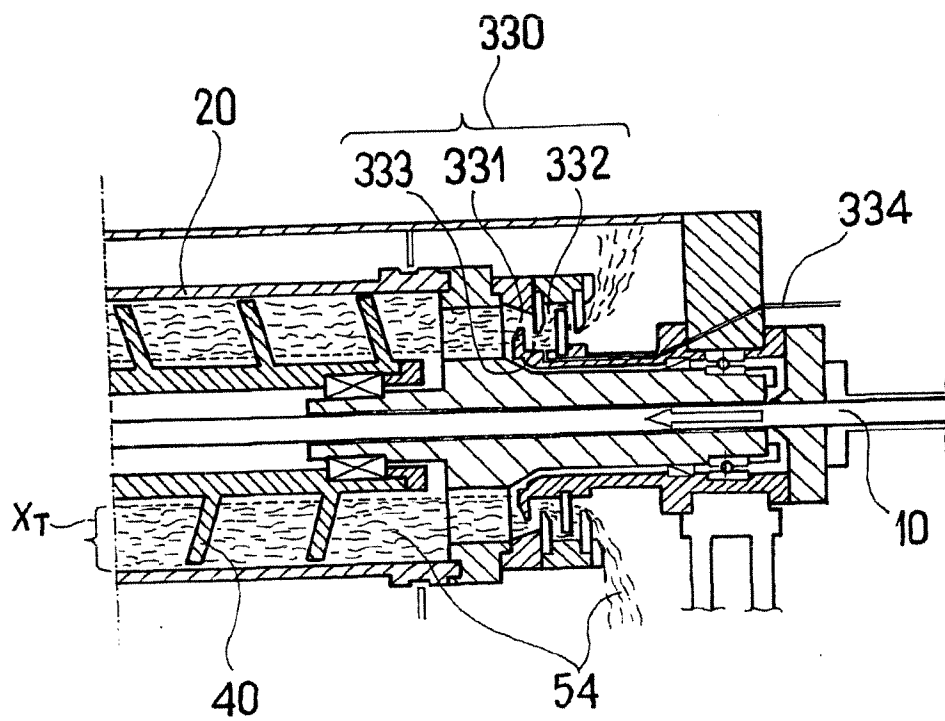


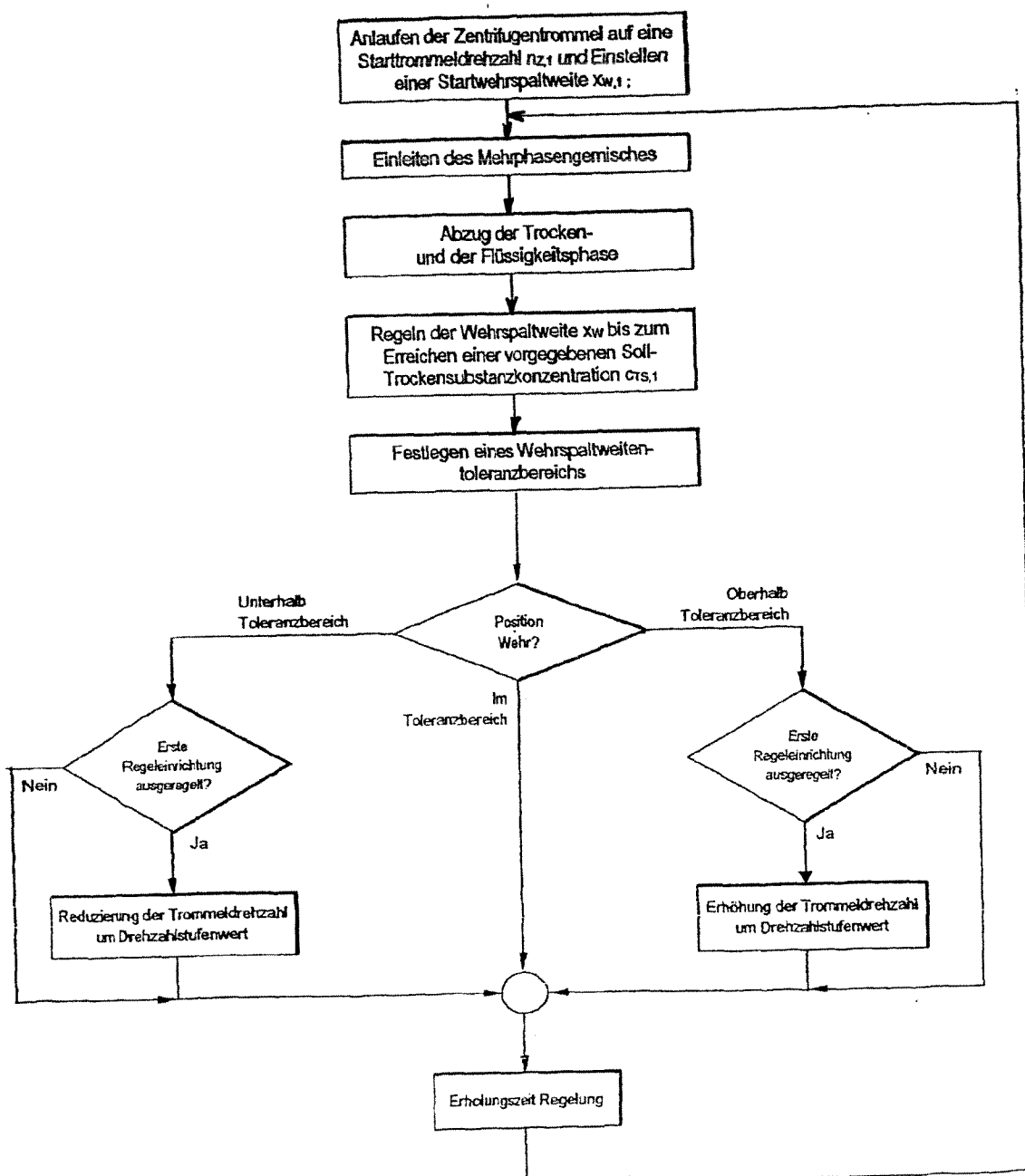
Fig. 3

Fig. 4aFig. 4bFig. 4c



6/7

Fig. 6

Fig. 7



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 02/01148

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 B04B1/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 B04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 97 20634 A (BAKER HUGHES INC) 12 June 1997 (1997-06-12)	17,18
Y	claims 12-14,18; figures 2,3,7,10,22; table 1	19,20
A	----	1
Y	DE 43 20 265 A (WESTFALIA SEPARATOR AG) 22 December 1994 (1994-12-22)	19
A	cited in the application abstract; figure	2
Y	DE 195 00 600 C (WESTFALIA SEPARATOR AG) 8 February 1996 (1996-02-08)	20
A	cited in the application abstract; figures	8
	----- -/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

5 June 2002

Date of mailing of the international search report

21/06/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Leitner, J

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP 02/01148

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 19 51 574 A (BIRD MACHINE COMPANY) 23 April 1970 (1970-04-23) claims 1-3	1,17
A	US 4 303 192 A (KATSUME HIDE) 1 December 1981 (1981-12-01) abstract; figures	1,17

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 02/01148

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9720634	A	12-06-1997	AU 7706696 A	27-06-1997
			DE 69618989 D1	14-03-2002
			DK 868215 T3	06-05-2002
			EP 0868215 A1	07-10-1998
			WO 9720634 A1	12-06-1997
			US 6143183 A	07-11-2000
			US 5948271 A	07-09-1999
DE 4320265	A	22-12-1994	DE 4320265 A1	22-12-1994
			AT 146103 T	15-12-1996
			DE 59401277 D1	23-01-1997
			DK 702599 T3	02-06-1997
			WO 9500249 A1	05-01-1995
			EP 0702599 A1	27-03-1996
			ES 2097650 T3	01-04-1997
			JP 2779067 B2	23-07-1998
			JP 8506522 T	16-07-1996
			US 5593377 A	14-01-1997
DE 19500600	C	08-02-1996	DE 19500600 C1	08-02-1996
			DE 59503096 D1	10-09-1998
			DK 801593 T3	03-05-1999
			WO 9621510 A1	18-07-1996
			EP 0801593 A1	22-10-1997
			JP 2980690 B2	22-11-1999
			JP 10507684 T	28-07-1998
			US 5885202 A	23-03-1999
DE 1951574	A	23-04-1970	CH 496478 A	30-09-1970
			DE 1951574 A1	23-04-1970
			FR 2030057 A5	30-10-1970
			GB 1220430 A	27-01-1971
			SE 355304 B	16-04-1973
			US 3532264 A	06-10-1970
US 4303192	A	01-12-1981	JP 56010353 A	02-02-1981
			JP 63027988 B	06-06-1988
			DD 151699 A5	04-11-1981
			DE 3022148 A1	08-01-1981
			DK 289180 A ,B	06-01-1981
			FR 2460717 A1	30-01-1981
			IT 1127508 B	21-05-1986
			SE 8004975 A	06-01-1981

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 02/01148

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 B04B1/20

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B04B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 97 20634 A (BAKER HUGHES INC) 12. Juni 1997 (1997-06-12)	17, 18
Y	Ansprüche 12-14, 18; Abbildungen 2, 3, 7, 10, 22; Tabelle 1	19, 20
A	----	1
Y	DE 43 20 265 A (WESTFALIA SEPARATOR AG) 22. Dezember 1994 (1994-12-22)	19
A	in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung; Abbildung	2
Y	DE 195 00 600 C (WESTFALIA SEPARATOR AG) 8. Februar 1996 (1996-02-08)	20
A	in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung; Abbildungen	8
	----	
	---/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

5. Juni 2002

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

21/06/2002

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Leitner, J

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP 02/01148

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 19 51 574 A (BIRD MACHINE COMPANY) 23. April 1970 (1970-04-23) Ansprüche 1-3	1,17
A	US 4 303 192 A (KATSUME HIDE) 1. Dezember 1981 (1981-12-01) Zusammenfassung; Abbildungen	1,17

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 02/01148

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9720634 A	12-06-1997	AU 7706696 A	27-06-1997
		DE 69618989 D1	14-03-2002
		DK 868215 T3	06-05-2002
		EP 0868215 A1	07-10-1998
		WO 9720634 A1	12-06-1997
		US 6143183 A	07-11-2000
		US 5948271 A	07-09-1999
DE 4320265 A	22-12-1994	DE 4320265 A1	22-12-1994
		AT 146103 T	15-12-1996
		DE 59401277 D1	23-01-1997
		DK 702599 T3	02-06-1997
		WO 9500249 A1	05-01-1995
		EP 0702599 A1	27-03-1996
		ES 2097650 T3	01-04-1997
		JP 2779067 B2	23-07-1998
		JP 8506522 T	16-07-1996
		US 5593377 A	14-01-1997
DE 19500600 C	08-02-1996	DE 19500600 C1	08-02-1996
		DE 59503096 D1	10-09-1998
		DK 801593 T3	03-05-1999
		WO 9621510 A1	18-07-1996
		EP 0801593 A1	22-10-1997
		JP 2980690 B2	22-11-1999
		JP 10507684 T	28-07-1998
		US 5885202 A	23-03-1999
DE 1951574 A	23-04-1970	CH 496478 A	30-09-1970
		DE 1951574 A1	23-04-1970
		FR 2030057 A5	30-10-1970
		GB 1220430 A	27-01-1971
		SE 355304 B	16-04-1973
		US 3532264 A	06-10-1970
US 4303192 A	01-12-1981	JP 56010353 A	02-02-1981
		JP 63027988 B	06-06-1988
		DD 151699 A5	04-11-1981
		DE 3022148 A1	08-01-1981
		DK 289180 A ,B	06-01-1981
		FR 2460717 A1	30-01-1981
		IT 1127508 B	21-05-1986
		SE 8004975 A	06-01-1981